



MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
Themenorientierung im Unterricht
Schwerpunkt 3

PROJEKTENDBERICHT

LÄRM & CO

AKUSTIK IN TECHNIK, KUNST UND ALLTAG

Gunter C. Pachatz

Willibald Gallé

Barbara Suppan

BG / BRG Lichtenfelsgasse Graz



Graz, Juni 2005

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	4
1 EINLEITUNG	5
2 ZIELE UND FRAGESTELLUNGEN	6
2.1 Ziele	6
2.2 Forschungsfragen	7
2.3 Kompetenzvermittlung und Relevanz	7
3 INHALTE UND METHODEN	9
3.1 Gesamtkonzept.....	9
3.2 Teilbereiche des Projektes.....	9
3.2.1 Fachskriptum	9
3.2.2 Akustikkoffer	10
3.2.3 Lehrausgang zur Firma AVL	10
3.2.4 Stationenbetrieb mit Akustikexperimenten	10
3.2.5 Lärmmessungen im Stadtgebiet	11
3.2.6 Psychoakustisches Malen.....	11
3.3 Methoden	11
4 LEHRPLANBEZUG	12
4.1 Allgemeiner Teil des Lehrplans.....	12
4.2 Fachlehrpläne	12
4.2.1 Physik	12
4.2.2 Biologie und Umweltkunde.....	12
4.2.3 Bildnerische Erziehung	12
5 KOMMENTAR	14
5.1 Erstellung des Fachskriptums	14
5.2 Entwicklung des Akustikkoffers.....	14
5.3 Psychoakustisches Malen.....	15
6 FEEDBACK UND LEISTUNGSBEURTEILUNG	16

7	ERGEBNISSE	17
7.1	Ergebnisse der Vor- und Nachbefragung mittels Fragebogen	17
7.2	Ergebnisse der Interviews	21
8	REFLEXION	25
9	AUSBLICK	27
10	LITERATUR.....	28
11	ANHANG	29

ABSTRACT

Das Akustik-Projekt des BG/BRG Lichtenfels Graz wurde Fächer übergreifend mit Physik als Trägerfach konzipiert. Die Fächer Biologie und Umweltkunde, Bildnerische Erziehung sowie schulexterne Partner (AVL List, Umweltamt der Stadt Graz) waren mit eingebunden.

Im Zentrum stand die weitgehend selbständige Erarbeitung des Themenkreises „Akustik“ durch die Schülerinnen und Schüler. Beteiligt war die 6c-Klasse (RG) und das Wahlpflichtfach Physik. Es wurde ein Akustikkoffer mit Material für Freihandversuche entwickelt. Weitere Tätigkeiten waren die Durchführung eines Stationenbetriebes mit Akustikexperimenten, Lärmmessungen in der Elisabethstraße, die Erstellung eines Fachskriptums, psychoakustisches Malen, sowie ein Besuch der Abteilung für Motorenakustik der AVL. Die Abschlussdokumentation fand in der ersten Juniwoche statt.

Schulstufe: 10. und 12.

Fächer: PH, BIUK, BE

Kontaktperson: Mag. Gunter C. Pachatz

Kontaktadresse: BG/BRG Lichtenfels, Lichtenfelsgasse 3-5, 8010 Graz

Mail: pachatz@lichtenfels.asn-graz.ac.at

1 EINLEITUNG

Die Idee zu diesem Projekt hatte G. Pachatz, nachdem er als IMST²-Kundiger und NWW-Kundiger davon Kenntnis erlangt hatte, dass es nun möglich sein würde, ein Projekt auf die Beine zu stellen, das nicht nur fachlich, methodisch-didaktisch und organisatorisch, sondern auch finanziell (nachdem man ausgerechnet nach Bekanntwerden der ersten PISA-Studie die Gelder für die jährlich stattfindende „ScienceWeek“ gestrichen hatte) vom Ministerium unterstützt werden würde. Seine inzwischen mehrjährigen und überwiegend positiven Erfahrungen in Projektorganisation (unter anderem liefern seine Schülerinnen und Schüler nach wie vor Beiträge zur ScienceWeek), ein Akustik-Vorgängerprojekt aus dem Jahr 1999 in seiner ehemaligen Schule BG/BRG Stainach und seine guten Erfahrungen in der ScienceWeek - Zusammenarbeit mit Kollegen Gallé (Biologie) brachten ihn auf die Idee, dieses fächerübergreifende Projekt zu initiieren.

Es wurde mit zwei verschiedenen Schülergruppen gearbeitet (6C-Klasse, WAPFL Physik), wobei unterschiedliche Methoden verwendet wurden, um die verschiedenen Teilaspekte zu erarbeiten. So wurde ein Fachskriptum mit akustischen Themen in Gruppenarbeiten nach der Methode des eigenverantwortlichen Arbeitens erstellt, ein Experimentierkoffer für Freihandversuche mit Versuchsanleitungen wurde entwickelt („Akustikkoffer“)¹. Insgesamt wurden fünf Koffer im Gruppenunterricht getestet. Im Physiksaal wurde auch ein Stationenbetrieb mit einigen Versuchsstationen aufgebaut. Weiters konnte bei einem Lehrausgang die Abteilung für Motorenakustik der AVL besichtigt werden, sowie Lärmmessungen in der Elisabethstraße durchgeführt werden. Mit DI Ofner vom Umweltamt der Stadt Graz konnte ein Experte für einen Vortrag zum Thema Schall und Lärm im Allgemeinen und die Lärmbelastung im Grazer Stadtgebiet im Besonderen gewonnen werden. Schließlich wurden in Bildnerischer Erziehung psychoakustische Studien durchgeführt, bei denen die Schülerinnen und Schüler nach Höreindrücken der Musik von Strawinskys „Frühlingsopfer“ und Mozarts „Kleiner Nachtmusik“ Bilder malten. Die Abschlussdokumentation fand am 2. Juni statt, wobei drei Präsentationen (für die Unterstufe, die Oberstufe und die Eltern sowie externe Partner) mit Vorstellung der Arbeitsergebnisse in Berichtform (je ein Themenheft wurde von jeder der fünf Arbeitsgruppen gestaltet), einer Powerpointpräsentation, einer Experimentiervorführung, der Präsentation des „Akustikkoffers“, sowie einer Ausstellung der Gemälde durchgeführt wurden. Dieses Projekt wurde vom Institut für Psychologie der Universität Graz begleitend evaluiert. Für die Erstellung eines Gesamtlayouts der schriftlichen Dokumente (Themenhefte der Gruppenarbeiten, Ergebnisse der Straßenlärmmessungen und das Versuchsheft für den Akustikkoffer) wurde eine externe Firma („Kulturvermittlung Steiermark“) beauftragt.

¹ Die Idee zu diesem Koffer entstand bereits 1999 bei einem Vorgängerprojekt. Anleitungen wurden dem 1998 von Mag. Rudolfine Wolfbauer (UBZ Steiermark) entwickelten „Lärm-Detektiv-Koffer“ entnommen.

2 ZIELE UND FRAGESTELLUNGEN

Bei diesem im Sommersemester 2005 durchgeführten Projekt ging es einerseits darum, verschiedene Unterrichtsfächer – naturwissenschaftliche und musische – miteinander zu vernetzen sowie unterschiedlichste Unterrichtsmethoden für die Erarbeitung eines Themenkreises anzuwenden.

Das auf den ersten Blick hinsichtlich der Inhaltsvielfalt relativ eng wirkende Thema „Akustik“ hat sich im Laufe der Konzeption des Projektes als sehr umfangreich und als bestens geeignet für fächerübergreifendes Arbeiten erwiesen. Theoretische Arbeiten (Skripturerstellung, Versuchsblättererstellung) sollten mit praktischen Methoden verbunden werden (Lärmmessungen, Experimentieren) und die Möglichkeit externe Partner mit einzubinden, sollte genutzt werden.

Die naturwissenschaftlichen Fächer Physik und Biologie mit den musischen Fächern Bildnerische Erziehung und Musikerziehung zu vernetzen und so Gemeinsamkeiten und wechselseitige Beeinflussungen aufzuzeigen, erschien besonders reizvoll und sinnvoll². Schließlich hat dieses Thema gerade für Jugendliche auch eine gesellschaftlich relevante Bedeutung (z.B. Lärmmessungen in Diskotheken).

2.1 Ziele

Die übergeordneten Ziele waren für das Gesamtprojekt eine nachhaltige Wirkung des Erlebten und Erarbeiteten auf kognitiver und emotionaler Ebene in den Köpfen der Schülerinnen und Schüler. Durch die eingesetzte Methodenvielfalt sollten Schlüsselqualifikationen wie beispielsweise die eigenständige Literatursuche, die Selbstorganisation und das Arbeiten in einem klar vorgegebenen Zeitrahmen trainiert werden. Dabei wurden von den Lehrern die Schülerarbeitsphase begleitende Aufzeichnungen geführt³. Während des eigenverantwortlichen Arbeitens der Schülerinnen und Schüler im Rahmen der Erstellungen der Themenarbeiten haben sich nur jeweils drei Kinder mit einem der fünf Spezialthemen auseinandergesetzt. Das hatte natürlich zur Folge, dass die jeweils anderen Kinder zunächst naturgemäß keinen inhaltlichen Zugang zu den jeweils anderen Themen hatten. Die Zielsetzung war nun, durch die spezielle Wahl der Themenstellung, die es für die Schülerinnen und Schüler erforderlich machte, über den „Tellerrand“ des eigenen Themas zu blicken, die Zusammenarbeit in der Gruppe sowie zwischen mehreren Gruppen und deren Arbeitsweise zu beobachten und zu dokumentieren.² In Bildnerischer Erziehung wurde die praktische Arbeit beim Malen nach Höreindrücken dokumentiert und interpretiert. Ziel dabei war es, die kreativen Fähigkeiten der Kinder zu trainieren. Theoretische Inhalte wurden in Biologie unterrichtet, wobei die Schülerinnen und

² Es ist schließlich kein Zufall, dass gerade musische Menschen sehr häufig naturwissenschaftlich begabt und interessiert sind und umgekehrt. Oft haben Techniker und Naturwissenschaftlich musische Betätigungen als Hobby und werden auch in ihren „Brotberufen“ als besonders kreative Mitarbeiter geschätzt.

³ Genaueres siehe Kapitel „Leistungsbeurteilung“

Schüler ihr Wissen ebenfalls durch das eigenständige Arbeiten in den Arbeitsgruppen und durch die Experimente vertiefen sollten. In Physik wurde bewusst auf eine theoretische Vorbereitung verzichtet, um zu testen, in welchem Ausmaß die Schülerinnen und Schüler in der Lage sein würden, den kognitiv anspruchsvollen Stoff der Schwingungen und Wellen auch ohne vorbereitenden Unterricht so zu erarbeiten, dass die Inhalte auch verstanden werden.

2.2 Forschungsfragen

Die Forschungsfragen lauteten:

- Arbeiten im Team
- Selbstständiges Durchführen von Messungen und Experimenten
- Förderung der Kreativität durch die Entwicklung von Freihandexperimenten und deren praktische Umsetzung
- Förderung der Kreativität durch künstlerisches Gestalten von Bildern nach Höreindrücken
- Schulung vernetzten Denkens durch das Einbinden mehrerer Gegenstände und den Einsatz verschiedener Methoden
- Training organisatorischer Abläufe durch präzises Zeitmanagement
- Training der sprachlichen Fertigkeiten und des Auftretens vor Publikum durch schulinterne und (halb-)öffentliche Präsentationen

2.3 Kompetenzvermittlung und Relevanz

Neu an diesem Projekt ist die Vielzahl an unterschiedlichen Tätigkeiten, die die Schülerinnen und Schüler durchzuführen haben, daher kann von Weiterentwicklung klassischer Unterrichtsmethoden gesprochen werden. Die inhaltliche Eingrenzung auf den Bereich der Akustik, der zwar in viele Fachgebiete reicht, lässt die Zuordnung zum Schwerpunkt „S3 – Themenorientierung“ vernünftig erscheinen.

Die Kompetenzen, die vermittelt werden sollen, sind – wie oben schon erwähnt – Einzel- und Teamarbeit als Ergebnis gruppenspezifischer Prozesse zu verstehen, präzises Arbeiten zu erlernen, Selbstorganisation lernen und die Bedeutung präzisen Zeitmanagements erfassen. Vor allem die Fähigkeit zur Selbstorganisation und hohe Kompetenz im strukturierten und vernetzten Denken ist erforderlich, um im späteren Berufs- und Privatleben in einer immer schnelllebigeren Zeit mit immer höheren Anforderungen an persönliche Flexibilität bestehen zu können.

Fachlich soll durch „Learning by doing“ und die Erstellung von schriftlichen Ausarbeitungen eine möglichst hohe Behaltensquote der Inhalte zum Großthema „Schwingungen und Wellen“ im Allgemeinen sowie dem Bereich „Akustik und deren Anwendungen in Technik, Kunst und Alltag“ im Besonderen erreicht werden.

Das Thema Akustik hat auch große Relevanz für das Alltagsleben der Schülerinnen und Schüler. Gerade die Lärmproblematik (Diskothek, Mopedlärm, Straßenlärm), Musikinstrumente, das Singen und Musizieren, sowie Ohrenscherzen und Erlebnisse beim Ohrenarzt spielen unter anderem im Alltag eine mehr oder weniger große Rolle.

Das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler wurde dadurch berücksichtigt, dass häufig Alltagsbezüge hergestellt wurden. In die Planung und Durchführung wurden die Schülerinnen und Schüler insofern eingebunden, als sie viele kreative Arbeitsphasen zu bewältigen hatten, sowie über die Planungsabläufe genau informiert wurden.

Rückmeldungen der Schüler werden im Zuge der begleitenden Evaluation eingeholt, was im Kapitel „Evaluation“ genauer ausgeführt wird.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass durch die Zusammenführung unterschiedlicher Fächer und Methoden gegenüber einem herkömmlichen Frontalunterricht letztlich mehr kognitive Nachhaltigkeit in den Köpfen der Schülerinnen und Schüler erzielt werden sollte.

3 INHALTE UND METHODEN

3.1 Gesamtkonzept

Trägerfach des Projektes war die Physik, wobei die 6C-Klasse (RG) sowie Schülerinnen und Schüler des Wahlpflichtgegenstandes Physik (alle aus der 8C-Klasse, RG) beteiligt waren. Mit eingebunden waren die Fächer Biologie und Umweltkunde sowie Bildnerische Erziehung, wobei ebenfalls die Schülerinnen und Schüler der 6C-Klasse die Ausführenden waren. Unsere externen Partner ermöglichten uns Lehrausgänge sowie verschiedene Messungen und den Besuch von Vorträgen. In den folgenden Kapiteln werden die Teilaspekte des Projektes diskutiert.

Mitarbeiter des BG/BRG Lichtenfels:

Mag. Gunter C. Pachatz (Projektleitung, Physik)

Mag. Barbara Suppan (Bildnerische Erziehung)

Mag. Willibald Gallé (Biologie)

Externe Partner:

Dr. Franz Brandl (Leiter der fahrzeug- und Motorenakustik, AVL Graz)

DI. Johann Ofner (Lärmbekämpfung und Schallschutz, Umweltamt Stadt Graz)

Mag. Monika Pilgerstorfer (Institut für Psychologie, Universität Graz)

Richard Edelsbrunner (Kulturvermittlung Steiermark)

3.2 Teilbereiche des Projektes

3.2.1 Fachskriptum

Die 6c-Klasse erstellte ein Skriptum, wobei fünf Arbeitsgruppen zu je drei Schülerinnen und Schülern zu folgenden Themen gebildet wurden:

- Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie von Stimmapparat und Gehör (Gruppe 1)
- Schwingungen und Wellen – physikalische Grundlagen (Gruppe 2)
- Schall und Lärm (Gruppe 3)
- Physik der Musikinstrumente (Gruppe 4)
- Raumakustik und Klangaufzeichnung (Gruppe 5)

In Unterrichtsstunden wurde recherchiert und ein schriftliches Dokument im Umfang von 20 – 25 Seiten verfasst. Die Arbeiten an dem Skriptum wurden ausschließlich in

den Physikstunden durchgeführt, die Themen wurden jedoch fächerübergreifend gewählt, sodass die Ausführenden die gelernten Inhalte aus bildnerischer Erziehung und Biologie einfließen lassen konnten.⁴

3.2.2 Akustikkoffer

Der Akustikkoffer wurde mit den Schülerinnen und Schülern des Wahlpflichtfaches Physik konzipiert, wobei die Schüler Material gekauft, die insgesamt fünf Koffer bestückt und 30 Versuchsblätter⁵ verfassten. Insgesamt standen dafür 5 Doppelstunden zur Verfügung.

Die Koffer wurden nach Testläufen durch die „Kofferbauer“ von den Schülerinnen und Schülern der 6C-Klasse im Unterricht bereits verwendet. Jede der fünf Arbeitsgruppen führte fünf Experimente durch und erstellte ein Versuchsprotokoll⁶. Dieser Koffer wurde erstmals im Rahmen einer Veranstaltung des „World Year of Physics 2005“ am 19.4.2005 am Grazer Hauptplatz der Öffentlichkeit von den Wahlpflichtfachlehrern präsentiert, sowie im Rahmen der MNI-Schreibwerkstatt den Kolleginnen und Kollegen vorgestellt. Ein weiteres Mal wurde der Koffer am 1.6.2005 im Rahmen der 1. Kooperationsveranstaltung von HS- und AHS-Lehrern an der Pädagogischen Akademie der Diözese Graz-Eggenberg einer Fachkollegenschaft vorgestellt.

3.2.3 Lehrausgang zur Firma AVL

Die Firma AVL, die als unabhängiges Motorenforschungszentrum weltweit führend ist, betreibt eine eigene Akustikabteilung, um die Motorengeräusche zu optimieren. Die 6C-Klasse besuchte diese Abteilung und erfuhr während einer interessanten Führung hoch interessante Details, worauf es bei der Schallentwicklung von Motoren ankommt. Ein Exkursionsbericht wurde verfasst.⁵

3.2.4 Stationenbetrieb mit Akustikexperimenten

In einer Doppelstunde wurde von den Schülerinnen und Schülern der 6C-Klasse im Rotationsprinzip ein im Physiksaal aufgebauter Stationenbetrieb mit acht Versuchsstationen durchlaufen, wobei alle Schülerinnen und Schüler alle acht Stationen absolviert und entsprechende Versuchsprotokolle abgegeben haben.

⁴ Das Skriptum befindet sich im Anhang

⁵ Die Versuchsblätter befinden sich im Anhang

⁶ siehe Anhang

3.2.5 Lärmmessungen im Stadtgebiet

An einem Nachmittag und einem Vormittag wurden in der Elisabethstraße, die in unmittelbarer Nähe des Lichtenfelsgymnasiums liegt, Lärmmessungen mit Schallpegelmessern durchgeführt. Dabei wurden die Entfernungen der Messgeräte zu den vorbeifahrenden Autos variiert und so mehrere Messreihen erstellt. Ebenso wurden die Fahrzeuge in den Messzeiträumen gezählt. Die Daten wurden dokumentiert und werden zu einem späteren Zeitpunkt mit den Daten des Grazer Umweltamtes verglichen. Die Ergebnisse wurden in die Gesamtdokumentation aufgenommen und sind im Anhang dieses Berichtes angeschlossen.

3.2.6 Psychoakustisches Malen

In zwei Doppelstunden wurde den Schülerinnen und Schülern der 6C-Klasse Musik von Strawinsky („Frühlingsopfer“) und Mozart („Kleine Nachtmusik“) vorgespielt. Die Kinder brachten ihre Eindrücke und Emotionen malerisch zu Papier. Anschließend wurde versucht, die Bilder zu deuten und mussten Interpretationen verfasst werden bzw. wurden die Bilder bei der Schlusspräsentation gezeigt.⁷

3.3 Methoden

Aus in Kapitel 3.2 geschilderten Abläufen gehen die Methoden weitgehend hervor. Hier sollen sie nochmals zusammengefasst werden:

- Traditionelle Wissensvermittlung einiger Projektinhalte im Regelunterricht (BIUK)
- Selbstständiges Arbeiten nach Anleitung: Recherche, Erstellung schriftlicher Ausarbeitungen für das Fachskriptum (Inhalte aus den Fächern PH, BIUK)
- Kreatives Arbeiten durch malerisches Umsetzen von Höreindrücken in BE
- Verfassen von Exkursionsberichten nach absolviertem Lehrausgang (AVL)
- Verfassen der Studie zur Lärmmessung in der Elisabethstraße
- Kreatives, praktisches Arbeiten durch Besorgung von Experimentiermaterial und Bestückung der Akustikkoffer
- Verfassen der Versuchsanleitungen für die Experimente des Akustikkoffers
- Optimieren von Präsentationstechniken (Rede, Vorführung von Demonstrationsexperimenten, Erstellung von Powerpoint-Präsentationen) im Rahmen der Schlusspräsentation.

⁷ Fotos der Bilder siehe Anhang

4 LEHRPLANBEZUG

Im Folgenden werden die Bezüge des Projektes zum allgemeinen Teil des Lehrplans sowie zu den Fachlehrplänen diskutiert.

4.1 Allgemeiner Teil des Lehrplans

Wie man Kapitel 3.3 entnehmen kann, sind ein Großteil der im Allgemeinen Teil des Lehrplanes geforderten Lehr- und Lernziele durch die angewandten Methoden erreicht worden.

4.2 Fachlehrpläne

4.2.1 Physik

In der 6.Klasse Realgymnasium ist das Thema „Schwingungen und Wellen“ inklusive Akustik vorgesehen. Im Wahlpflichtfach Physik ist die Wahl der Themen frei. Sinnvollerweise konnte das WAPFL Physik in das Projekt mit eingebunden werden.

4.2.2 Biologie und Umweltkunde

In der 6.Klasse sind im Lehrplan Nervensysteme sowie Sinnesorgane vorgesehen: Bau und Funktion des menschlichen Ohres und des Gehirns. In diesem Zusammenhang ist auch das Hören und die Wahrnehmung ein Thema. Besonders interessant ist dabei die Querverbindung zur Physik, die die objektive messbaren Schallpegel mit den subjektiven Wahrnehmungen des Menschen in Zusammenarbeit mit der Biologie vergleicht.

4.2.3 Bildnerische Erziehung

Lehr- und Lernziele: Das Zusammenwirken von Musik und Malerei bzw. die Manipulation der Psyche durch musikalische Untermalung erkennen können. Versuchen, Gefühlen mittels primärer Acrylfarben Ausdruck zu verleihen. Somit ergab sich die Möglichkeit, eine Art von „Action-Painting“ selbst auf großflächigeren Formaten auszuprobieren. Tätigkeit der Schülerinnen und Schüler als Galeristen: Passepartouts schneiden, wirkungsvolle Aufstellung und sinnvolle Einteilung der Stellwände sowie deren Beschriftung mittels Computerausdrucke.

Theoretische Nachbearbeitung bieten die Aktionistischen Maler, Informel, Dripping Painting und die Besprechung des Einsatzes von Musik/Malerei als Therapie in der Medizin.

5 KOMMENTAR

5.1 Erstellung des Fachskriptums

Die Schülerinnen und Schüler wurden in den 10 Arbeitsstunden bis zur Abgabe der Ausarbeitungen – die Abgabe erfolgte in der 11. Stunde – kontinuierlich beobachtet, wobei besonders auf die Arbeitshaltung und die gruppenspezifischen Prozesse geachtet wurde. Dabei fiel auf, dass die Arbeitshaltung bei den einzelnen Gruppen anfangs sehr unterschiedlich war. Einige traten durch besonders hohes Engagement in Erscheinung, andere durch auffallende Zurückhaltung hinsichtlich Recherche und Literatursuche. Im zeitlich letzten Drittel vor dem Abgabetermin zeigten alle Gruppen hohe Arbeitseffizienz, wobei generell in den Gruppen eine sehr geringe Binnendifferenzierung, die Arbeitsgeschwindigkeit betreffend festzustellen war. Die abgegebenen Erstfassungen der Themenarbeiten waren schließlich von höchst erfreulicher Güte. Eine wenige Änderungen und Ergänzungen mussten durchgeführt werden.

5.2 Entwicklung des Akustikkoffers

Die Arbeit am Koffer wurde mit einer Kreativphase der beteiligten vier Schülerinnen und Schüler (eine Schülerin, drei Schüler aus der 8c-Klasse), die das Wahlpflichtfach Physik besuchen, begonnen. Die Jugendlichen hatten den Arbeitsauftrag selbstständig Ideen zu entwickeln, wie man mit einfach zu besorgendem Experimentiermaterial etwa 30 Freihandversuche zum Thema Akustik in einen Koffer packen könne. Diese Arbeitsphase war nur zum Teil fruchtbringend, da hier kaum eigene Ideen kreiert werden konnten. Nach Anleitung und auch vorgegebener Literatur sowie selbstständiger Literatursuche konnten dann Experimente beschrieben werden, die Versuchsblätter gestaltet werden, die Materialien eingekauft werden. Die Schlussphase war wieder eine Kreativphase, bei der es darum ging, den Kofferinhalt sinnvoll anzuordnen. Dies gelang nur mangelhaft. Auffallend war, dass die Kreativteile weniger gut bewältigt wurden, jene Teile, bei denen es um konzentriertes und gewissenhaftes, ordentliches Arbeiten ging, sehr gut gelöst wurden. Nur beim Besorgen der Materialien gab es zwei letztlich unbedeutende Fehlkäufe, die allerdings durch ein Kommunikationsproblem zwischen Lehrer und Schüler verursacht wurden. Die Vernetzung der Schülergruppen WPG PH und 6C fand dadurch statt, dass die 6c die Versuche aus dem Akustikkoffer in einer Unterrichtseinheit in den bestehenden Arbeitsgruppen durchführte und dass bei der Schlusspräsentation beide Gruppen anwesend waren.

5.3 Psychoakustisches Malen

Die ausgestellten praktischen Arbeiten der Schüler wurden gegen Ende des Gesamtprojektes in Angriff genommen. Jedoch war es wichtig, die Schüler über die zu erfüllende Aufgabe bis zur Ausführung im Ungewissen zu lassen, um emotional unvoreingenommen agieren zu können. In der ersten Einheit (2 Stunden) sollte die Musik von Strawinskys „Frühlingsopfer“ ungewollte Aggressionen wecken, um mit den primären Acrylfarben und der lautstarken, aufrüttelnden Folge von Tönen und Rhythmik ein Eintauchen in die Farben und ein Wegtauchen der Gedanken zu ermöglichen. Die darauf folgende Einheit wurde nach Mozarts „Kleiner Nachtmusik“ gemalt, um mögliche Differenzierungen aufzuweisen. Titel und Interpretationen entstanden im Nachhinein zu jedem einzelnen Werk. Eine mühsame Arbeit, da zu viele Tage zwischen Aktion und Bearbeitung verstrichen waren. Bei einigen Bildern konnte der Betreffende die „emotionalen“ Intentionen nicht mehr nachvollziehen, da die ursprünglichen Assoziationen nicht mehr präsent waren. Nach der Rahmung der Bilder musste noch die Galeriearbeit von den Schülern erledigt werden, das heißt Stellwände mussten in den Festsaal transportiert, die ausgewählten Arbeiten anmutig aufgehängt, die ausgedruckten Interpretationen dazugegeben und plakative Projektbenennung angebracht werden. Während der Projektpräsentation wurde das Malen nach den unterschiedlichen Musikstücken dem Publikum näher gebracht. Zur Veranschaulichung wurden beide musikalische Untermalungen kurz angespielt und auf die ausgestellten Arbeiten im Raum verwiesen. Die Ausstellung wird noch das restliche Schuljahr zugänglich sein.

6 FEEDBACK UND LEISTUNGSBEURTEILUNG

Rückmeldungen erhielten wir in persönlichen Gesprächen während und nach Abschluss des Projektes und vor allem durch die Ergebnisse der begleitenden Evaluation, die mit Fragebögen und Einzelinterviews durchgeführt wurde. Diese Ergebnisse sind in Kapitel 7 angeführt.

Die Leistungsbeurteilung erfolgte nach folgenden Kriterien:

- Einhaltung der Terminvorgaben
- Arbeitshaltung in der Recherchephase
- Inhaltliche Richtigkeit und Vollständigkeit der Themenarbeiten
- Formale Gestaltung der Arbeiten
- Abgabe der Exkursionsberichte AVL
- Abgabe der Versuchsprotokolle für die Versuche mit dem Akustikkoffer
- Abgabe der Ergebnisse der Straßenverkehrslärmmessung inklusive der Verkehrszählungen
- Abgabe der Interpretationen zum psychoakustischen Malen
- Gestaltung der Powerpointpräsentation für die Schlusspräsentation
- Durchführung der Schlusspräsentation

Das Beurteilungsblatt befindet sich im Anhang, als Beispiel ist auch ein Beobachtungsblatt, das in der Recherchephase zur Beobachtung der Arbeitshaltung der Schülerinnen und Schüler verwendet wurde, beigefügt.

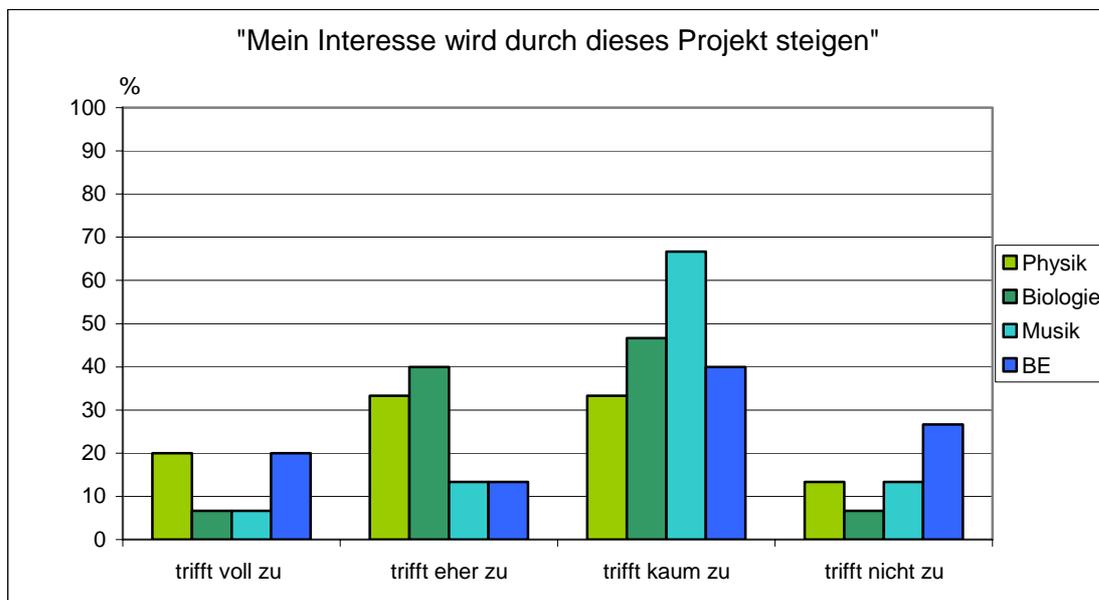
7 ERGEBNISSE

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Evaluation dargelegt. Die Eingangs- und Abschlussfragebögen wurden von G.C. Pachatz erstellt, die Interviews wurden von Monika Pilgerstorfer durchgeführt. Der gesamte Evaluationsbericht wurde von M. Pilgerstorfer (Institut für Psychologie, Universität Graz) erstellt.

7.1 Ergebnisse der Vor- und Nachbefragung mittels Fragebogen

Interesse an den beteiligten Fächern

In den folgenden Abbildungen sind die Einschätzungen der Schüler/innen bezüglich der Interessen an den Unterrichtsgegenständen dargestellt.



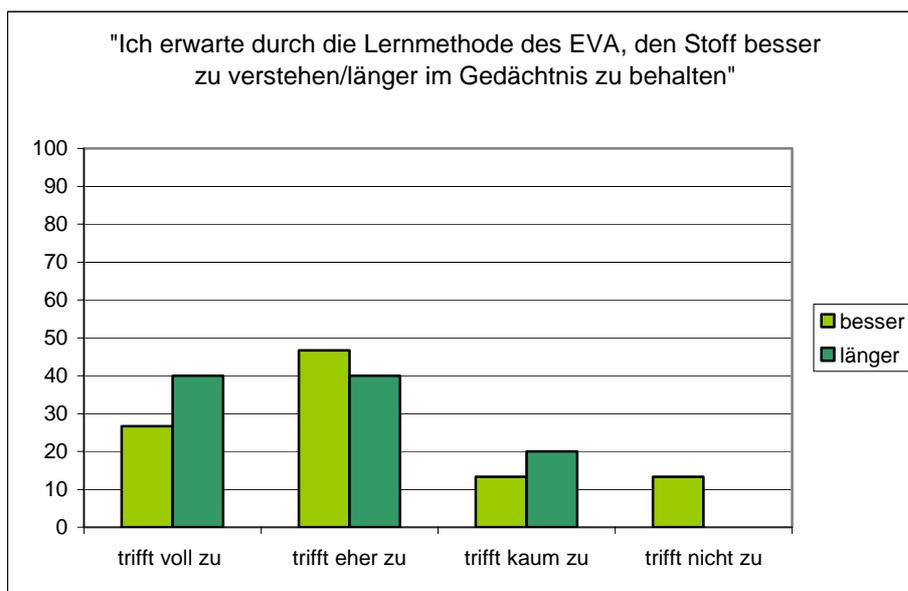
20% beantworteten die Aussage, dass ihr Interesse an Physik durch das Projekt steigen würde, mit „trifft voll zu“, jeweils 33% mit „trifft eher zu“ und „trifft kaum zu“, 13% mit „trifft nicht zu“. In Biologie erwarteten 53%, dass ihr Interesse steigen würde (20% „trifft voll zu“, 33% „trifft eher zu“). Am wenigsten erwarteten die Schüler/innen, dass ihr Interesse in den Fächern Musik und Bildnerische Erziehung steigen würde. In der Vorbefragung gaben im Mittel über alle beteiligten Fächer rund 20% der befragten Schüler/innen an zu erwarten, dass sich ihr Interesse zu den beteiligten

Fächern ändern würde. Mit einem Mittelwert von 2,8 („trifft kaum zu“) erwarteten die Schüler/innen kaum Änderungen bezüglich ihrer Interessen zu den Fächern.

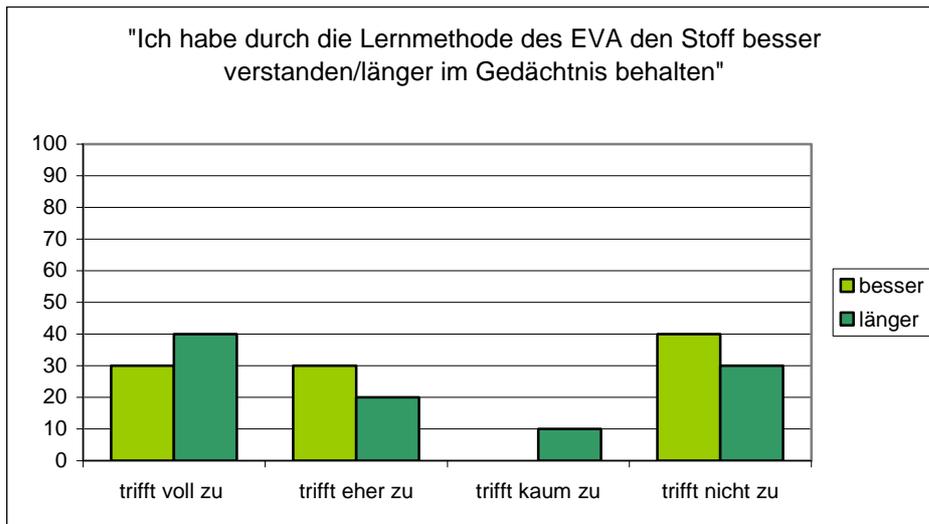
Die Ergebnisse der Nachbefragung spiegeln die Erwartungen der Vorbefragung wieder. Der Mittelwert von 3 („trifft kaum zu“) über alle Unterrichtsgegenstände zeigt, dass sich an den Interessen zu den beteiligten Fächern kaum etwas geändert hat. 40% der Befragten meinen, mehr Interesse für das Fach Physik zu zeigen als vorher (10% „trifft voll zu“, 30% „trifft eher zu“), ebenso 40% zeigen mehr Interesse für die Fächer Biologie (30% „trifft voll zu“, 10% „trifft eher zu“) und Bildnerische Erziehung (10% „trifft voll zu“, 30% „trifft eher zu“). Nur ein(e) Schüler/in konnte durch das Projekt mehr Interesse für das Fach Musik entwickeln.

Lernmethode

Die Schüler/innen wurden nach ihren Erwartungen/Erfahrungen mit der Lernmethode des eigenverantwortlichen Lernens (EVA) befragt.



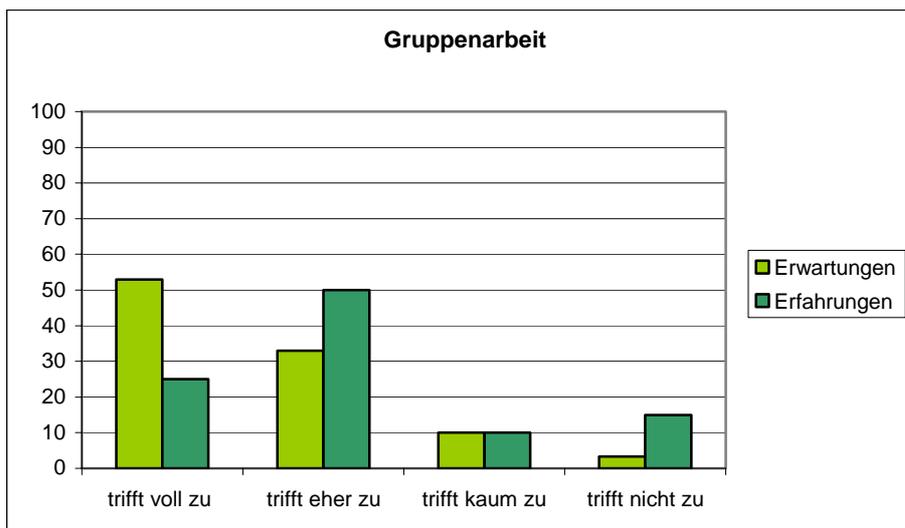
74% der Schüler/innen erwarteten, dass sie durch die Methode des eigenverantwortlichen Lernens den Stoff besser verstehen würden als im Normalunterricht (27% „trifft voll zu“, 47% „trifft eher zu“). Dass das Gelernte länger gemerkt wird, erwarteten sich insgesamt 80% der Befragten (40% „trifft voll zu“, 40% „trifft eher zu“).



Bei der Nachbefragung gaben jeweils 30% an, den Stoff deutlich besser, bzw. eher besser verstanden zu haben (gesamt: 60%). Ebenso 60% führten an, sich das Gelernte länger gemerkt zu haben (40% „trifft voll zu“, 20% „trifft eher zu“).

Gruppenarbeit

Fragen zur Gruppenarbeit bezogen sich auf das Arbeitsklima und persönliche Vor-/Nachteile durch die Arbeit in Gruppen.



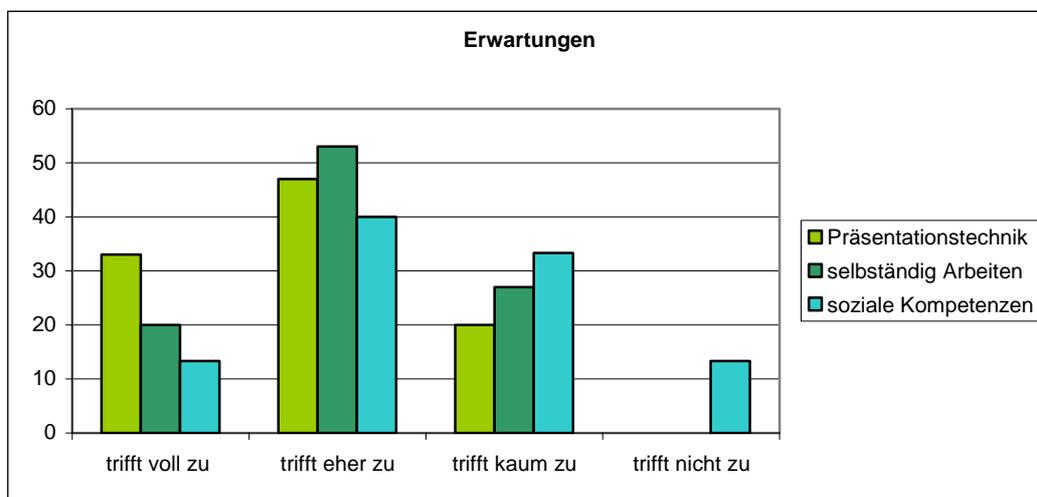
85% der Schüler/innen erwarteten sich ein gutes Arbeitsklima in der Gruppe (53% „trifft voll zu“, 32% „trifft eher zu“). Mit einem Mittelwert von 1,6 („trifft eher zu“) über alle Aussagen bezüglich der Gruppe waren die Schüler/innen positiv auf die Arbeit in

der Gruppe eingestellt. 15% erwarteten sich ein weniger gutes Arbeitsklima, bzw. persönliche Nachteile durch die Gruppenarbeit.

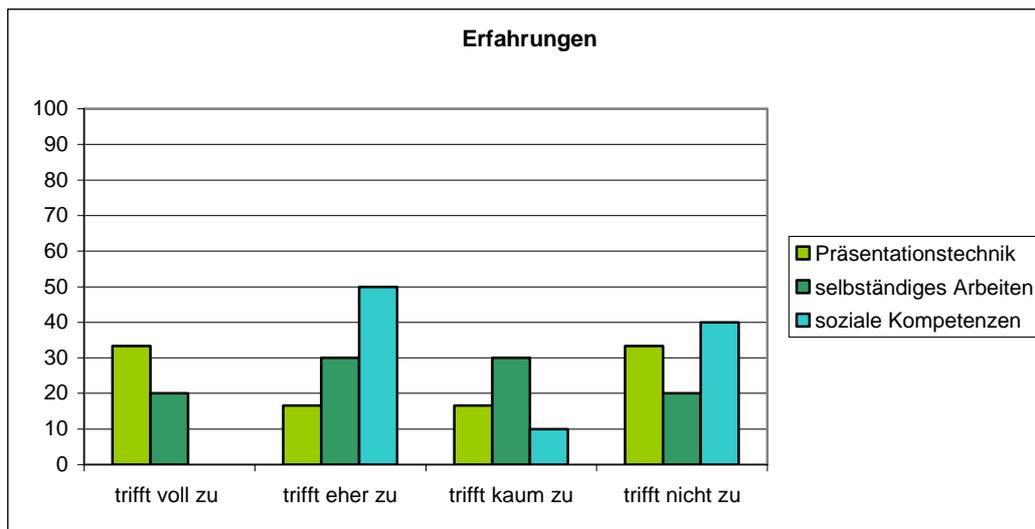
Die Ergebnisse der Nachbefragung liegen unter dem Mittelwert der Erwartungen. Mit 2,8 („trifft kaum zu“) wurde das Arbeitsklima weniger gut beschrieben als erwartet.

Kompetenzen

Die Fragen bezüglich der trainierten Kompetenzen bezogen sich auf die Präsentationstechnik, selbständiges Arbeiten allgemein, sowie soziale Kompetenzen.



80% der Schüler/innen erwarteten, durch das Projekt ihre Präsentationstechnik (33% „trifft voll zu“, 47% „trifft eher zu“), 75%, ihre Fähigkeiten in selbstständiger Arbeit und der Selbstorganisation verbessern zu können (15% „trifft voll zu“, 40% „trifft eher zu“). 55% erwarteten Verbesserungen sozialer Kompetenzen, wie Selbstbewusstsein, Teamfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit (15% „trifft voll zu“, 40% „trifft eher zu“). Mit einem Mittelwert von 2,1 („trifft eher zu“) wurden Verbesserungen der genannten Kompetenzen erhofft.



50% der Schüler/innen gaben an, durch das Projekt ihre Präsentationstechnik verbessert zu haben, 33% davon „voll“ und 17% „eher“. 50% konnten keine Verbesserung feststellen. Ebenso konnten die Hälfte der Befragten ihre Fähigkeiten zur selbsttätigen Arbeit und der Selbstorganisation, sowie soziale Kompetenzen verbessern.

7.2 Ergebnisse der Interviews

Wie gut wurde das Wissen verarbeitet?

In den Interviews gaben die Schüler/innen größtenteils an, viel Neues gelernt zu haben. 5 Schüler/innen meinten in Physik, 5 weitere Schüler/innen in Biologie am meisten Neues gelernt zu haben, eine(r) in Musik.

Die Schüler/innen gaben an, den Stoff eher gut verstanden zu haben. 9 von 12 Befragten fanden den Stoff leichter verständlich als im Normalunterricht. Die Hälfte führte außerdem an, sich den Stoff länger merken zu können.

Als Gründe für die bessere Verarbeitung des Wissens wurden genannt:

- Durch das selbständige Erarbeiten hat man sich intensiver mit dem Stoff beschäftigt
- Die Informationen wurden besser präsentiert als im Normalunterricht
- Durch die Vorbereitung auf die Präsentationen wurde der Stoff besser gelernt als sonst

8 Schüler/innen fanden die Themen, vor allem ihr eigenes Thema, interessant. Jene Schüler/innen, die berichteten, das Gelernte nicht besser verstanden zu haben, gaben auch an, die Themen eher langweilig gefunden zu haben.

Wurde selbständiges Arbeiten trainiert/verbessert?

Die Lernmethode des eigenverantwortlichen Arbeitens wurde im Mittel als eher interessant empfunden. Die Schüler/innen meinen, gelernt zu haben, sich die Arbeitsschritte gut einzuteilen. 9 von 12 Schüler/innen hatten Schwierigkeiten, die Termine einzuhalten. Durch den Druck, die Termine einzuhalten, haben sie nach eigenen Angaben ein besseres Gefühl für Zeitmanagement bekommen.

4 Schüler/innen glauben, dass das Projekt keine Hilfe für zukünftige selbständige Arbeiten darstellt. Eine(r) gibt an, schon vorher problemlos selbständig gearbeitet zu haben.

8 Schüler/innen erhofften sich, dass ihnen zukünftig selbständiges Arbeiten leichter fallen wird, da sie gelernt haben, sich die Arbeit (sowohl die Arbeitsschritte, wie auch die Zeit) gut einzuteilen.

Eine Erleichterung erwarten sich die Schüler/innen für die Fachbereichsarbeit, da sie im Projekt gelernt haben, längere Arbeiten zu verfassen. Außerdem geben sie an, das gelernte Zeitmanagement für die Arbeitseinteilung vor der Matura nutzen zu können. Weitere Fähigkeiten die nach Angaben der Schüler/innen verbessert wurden sind das Verfassen von Protokollen und Skripten, sowie das Training von Präsentationen.

In Bezug auf Literatursuche führen die Schüler/innen an, nichts Neues gelernt zu haben, das sie sich schon vorher mit Literatursuche beschäftigt haben. Ein(e) Schüler/in gab an, nach dem Projekt bessere Suchmaschinen zu kennen.

Konnten Fähigkeiten zur Gruppenarbeit verbessert werden?

Im Mittel waren die Schüler/innen eher zufrieden mit der Arbeit in der Gruppe. 8 Schüler/innen beschrieben das Arbeitsklima in der Gruppe als gut bis sehr gut.

3 beklagten sich darüber, dass andere in ihrer Gruppe nichts oder weniger als sie selbst gemacht haben. Die Schüler/innen meinen jedoch, für zukünftiges Arbeiten in Gruppen etwas gelernt zu haben. So schlugen 2 Schüler/innen vor, die Gruppen künftig geographisch einzuteilen, sodass man auch außerhalb der Schule leichter gemeinsam arbeiten könne. Ein(e) Schüler/in würde mit der Arbeit früher beginnen. 2

Schüler/innen denken, es sei für zukünftige Arbeiten wichtig, mehr Verständnis für andere aufzubringen.

Außerdem wünscht sich ein(e) Schüler/in mehr Kontrolle der Gruppen durch den Lehrer.

Wurden Präsentations- & Kommunikationstechniken trainiert/verbessert?

8 von 12 Befragten meinen, nach diesem Projekt besser präsentieren zu können als vorher. 2 Schüler/innen konnten nach eigenen Angaben schon vorher sehr gut präsentieren. Nur 2 Schüler/innen denken, dass das Projekt nichts dazu beigetragen hat, Präsentationsfähigkeiten zu verbessern.

Wurden die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler erfüllt?

Folgende Erwartungen hatten die Schülerinnen und Schüler an das Projekt:

- Viele Informationen, viel Arbeitsmaterial
- Lehrreiche Zeit, neues Wissen
- Verbesserung von Teamfähigkeiten, gute Zusammenarbeit
- Gute Ergebnisse
- Informationen für das Studium
- Viel Spaß, Abwechslung, keinen sterilen Unterricht
- Lernen, selbständig zu arbeiten, mit Druck zurecht zu kommen
- Klare Anweisungen und Arbeitsaufgaben
- Gute Noten
- Fächerübergreifendes Arbeiten
- Viele Lehrausgänge
- Wenig daheim arbeiten, mehr in der Schule

2 Schüler/innen hatten keine Erwartungen. Ein(e) Schüler/in erwartete sich von diesem Projekt „nur Stress“.

Nach der Befragung der Schüler/innen kann festgestellt werden, dass die Erwartungen zu ca. 50% erfüllt wurden. Zu den erfüllten Erwartungen zählen:

- Viele Informationen, viel Arbeitsmaterial
- Lehrreiche Zeit, neues Wissen
- Verbesserung von Teamfähigkeiten, gute Zusammenarbeit
- Informationen für das Studium
- Viel Spaß, Abwechslung, keinen sterilen Unterricht
- Lernen, selbständig zu arbeiten, mit Druck zurecht zu kommen

Folgende Erwartungen wurden nach Angaben der Schüler/innen nicht oder nur unzureichend erfüllt:

- Klare Anweisungen und Arbeitsaufgaben
- Wenig daheim arbeiten, mehr in der Schule
- Fächerübergreifendes Arbeiten

Abschließend sollen noch die Punkte angeführt werden, die den Schüler/innen am besten und am wenigsten gefallen haben:

😊	☹️
Lehrausgänge	Terminstress, Zeitdruck, Zeitaufwand
Art des Unterrichts	Schlechte Infrastruktur (zu wenig PCs)
Abschlusspräsentation	Zu wenig über andere Themen bekannt
Selbständiges Arbeiten	Vortrag über Verkehr und Schallbelastung
Erstellen von Skripten	Schlechte Koordination, kuriose Planung
Lernen in der Gruppe	Abschlusspräsentation
Kein Physik-Test	

8 REFLEXION

Bezüglich der Interessen an den beteiligten Fächern kann gesagt werden, dass sich die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler auch in der Nachbefragung wieder spiegeln. Die Erwartungen, dass das Projekt die Einstellung zu einzelnen Fächern ändern würde, waren eher gering. Es ist aber zu erwähnen, dass sich durch das Projekt die Interessen an den Fächern in keinem Fall verschlechtert haben. Nur ein(e) Schüler/in gab an, Bildnerische Erziehung während des Projektes weniger interessant gefunden zu haben. Das Trägerfach Physik war bereits vor dem Projekt bei einem Teil der Schüler/innen eines der beliebtesten Fächer.

Ein(e) Schüler/in gab an, zwar ihre/seine Einstellung zu den Unterrichtsgegenständen nicht geändert zu haben, dafür aber zum leitenden Lehrer.

Bezüglich der Lernmethode des eigenverantwortlichen Lernens kann festgestellt werden, dass die Schüler/innen die Methode als interessant und abwechslungsreich empfunden haben. Bei der Befragung mittels Fragebogen zeigte sich, dass diese Lernmethode bei rund der Hälfte der Schüler/innen einen Einfluss auf die Wissensverarbeitung. 40% haben die Inhalte besser verstanden als im Normalunterricht, diese werden noch länger gemerkt. Die Ergebnisse der Interviewbefragung zeigen, dass die Schüler/innen den Stoff eher besser verstanden haben. Vor allem durch das selbständige Ausarbeiten der Themengebiete und die Vorbereitung auf die Präsentationen wurden die Inhalte gut gelernt.

Weniger gut verarbeitet wurden die Inhalte vor allem von jenen Schüler/innen, die kaum Erwartungen an das Projekt hatten und von den Themen eher gelangweilt waren. Außerdem bemängelten zwei Schüler/innen, dass zwar das eigene Thema sehr gut bekannt war, sie jedoch kaum über die Themen der anderen Gruppen bescheid wissen.

Die Schüler/innen meinen, gelernt zu haben, sich die Arbeitsschritte gut einzuteilen. Durch den Druck, die Termine einzuhalten, haben sie nach eigenen Angaben ein besseres Gefühl für Zeitmanagement bekommen. Es kann zusammengefasst werden, dass den Schüler/innen zukünftig selbständiges Arbeiten leichter fallen wird, da sie gelernt haben, sich die Arbeit (sowohl die Arbeitsschritte, wie auch die Zeit) gut einzuteilen.

Eine Erleichterung erwarten sich die Schüler/innen vor allem für die Fachbereichsarbeit, da sie im Projekt gelernt haben, längere Arbeiten zu verfassen. Außerdem geben sie an, das gelernte Zeitmanagement für die Arbeitseinteilung vor der Matura nutzen zu können. Weitere Fähigkeiten die nach Angaben der Schüler/innen verbessert wurden sind das Verfassen von Protokollen und Skripten, sowie das Training von Präsentationen.

Die Arbeit in der Gruppe stellte sich während des Projektes als schwieriger heraus als von den Schülerinnen und Schülern vorher erwartet wurde. Die Gruppenarbeiten werden jedoch von den Schüler/innen als gutes Training gesehen. Diese mussten lernen, mit Konflikten innerhalb der Gruppe umzugehen.

Die Hälfte der Befragten stellte eine Verbesserung der Präsentationstechnik fest. Ebenso konnten die Hälfte der Befragten ihre Fähigkeiten zur selbsttätigen Arbeit und der Selbstorganisation, sowie soziale Kompetenzen verbessern. Zwei der Schüler/innen konnten nach ihren Angaben schon vor dem Projekt gut präsentieren. Nur 2 Schüler/innen denken, dass das Projekt nichts dazu beigetragen hat, Präsentationsfähigkeiten zu verbessern.

Die Erwartungen der Schülerinnen und Schüler bezogen sich neben Abwechslung und Spaß auch auf die in der Projektbeschreibung genannten Ziele, wie Verbesserung der Teamfähigkeiten, Lernen, selbständig zu arbeiten und mit Druck zurecht zu kommen. Außerdem erwarteten sie viele neue Informationen, fächerübergreifendes Arbeiten und interessante Lehrausgänge.

Nach der Befragung der Schüler/innen kann festgestellt werden, dass die Erwartungen bezüglich Informationen, Verbesserung der Teamfähigkeit, Lernen, selbständig zu arbeiten und mit Druck zurecht zu kommen, Abwechslung und Lehrausgänge erfüllt wurden.

Einige Schüler/innen hätten sich jedoch klarere Anweisungen und Arbeitsaufgaben erwünscht. Auch wurde nach Angaben der Schüler/innen zu wenig fächerübergreifend gearbeitet.

Die Schüler/innen gaben an, gute Eindrücke vom Projekt mitbekommen zu haben. Am meisten Spaß machten ihnen die Lehrausgänge und das eigenverantwortliche Arbeiten. Weniger gefallen hat ihnen der Zeitdruck, die Koordination des Projekts und zum Teil, dass sie eine Abschlusspräsentation halten mussten. Es kann jedoch festgehalten werden, dass Punkte wie Zeitdruck und Präsentationen einen Beitrag zur Verbesserung wichtiger Schlüsselqualifikationen geleistet haben.

9 AUSBLICK

Insgesamt kann die gesamte Projektabwicklung als erfolgreich betrachtet werden, vor allem das Zusammenarbeiten mit den Kolleginnen und Kollegen im eigenen Haus als auch mit externen Partnern war interessant und lehrreich. Auch der laut Evaluationsergebnis zu erwartende hohe Grad an Nachhaltigkeit betreffend Fachwissen und vor allem Schlüsselqualifikationstraining lässt derartige Projekte für die Zukunft als absolut sinnvoll und wichtig erscheinen. Der Arbeits- und Zeitaufwand für die Lehrerinnen und Lehrer ist allerdings so hoch, dass man eine regelmäßige Durchführung derartiger Projekte nicht erwarten darf und kann.

Die Reaktionen der Schülerinnen und Schüler machen jedenfalls Mut für weitere Initiativen in diese Richtung, die von unserer Seite in Zukunft gerne wieder in Angriff genommen werden.

10 LITERATUR

IFF (Hrsg.) (1999): Qualitätsevaluation und Qualitätsentwicklung an Schulen, Klagenfurt, 75 S.

IFF (Hrsg.) (2001). Endbericht zum Projekt IMST² – Innovations in Mathematics, Science and Technology Teaching. Pilotjahr 2000/01. Klagenfurt : Im Auftrag des BMBWK. IFF.

Weitere Quellen, die von den Schüler/innen für deren Arbeiten gewählt wurden, sind im Anhang den Themenarbeiten der Schülerinnen und Schüler zu entnehmen.

11 ANHANG

Der Anhang ist auf CD beigefügt, da es sich um zahlreiche Bilder und hunderte Seiten Text handelt. Die CD hat folgenden inhaltlichen Aufbau:

Schüler/innenarbeiten:

- 5 Themenarbeiten:
 - Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie von Stimmapparat und Gehör (Gruppe 1)
 - Schwingungen und Wellen – physikalische Grundlagen (Gruppe 2)
 - Schall und Lärm (Gruppe 3)
 - Ergebnisse Lärmmessungen
 - Physik der Musikinstrumente (Gruppe 4)
 - Raumakustik und Klangaufzeichnung (Gruppe 5)
- 5 Powerpointpräsentationen der 5 Gruppen für die Schlusspräsentation
- Versuchsheft Akustikkoffer
- AVL-Exkursionsberichte
- Interpretationen „psychoakustisches Malen“
- Versuchsblätter (Auswahl)

Lehrerunterlagen:

- Auflistung Stationenbetrieb
- Beobachtungsblätter (Auswahl)
- Beurteilungsblatt
- Auszug aus dem Projekttagbuch
- Projekteinladung zur Abschlusspräsentation

Fotos:

- Akustikkoffer
 - Kofferbau
 - Akustikkofferfotos
 - Gruppenarbeit mit den Koffern

- AVL-Exkursion
- Straßenlärmmessung Elisabethstraße
- Präsentation Grazer Hauptplatz
- Vortrag DI Ofner (Lärmabteilung)
- Schlusspräsentation